





## Rectifier diode with improved means for tension relief of the connected headwire

**Patent number:** DE4341269  
**Publication date:** 1995-06-22  
**Inventor:** SPITZ RICHARD DIPL PHYS (DE)  
**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
**Classification:**  
- international: **H01L23/433; H01L29/861; H01L23/34; H01L29/66;**  
(IPC1-7): H01L23/04; H01L23/12; H01L23/16;  
H01L29/861  
- european: H01L23/433E; H01L29/861C  
**Application number:** DE19934341269 19931203  
**Priority number(s):** DE19934341269 19931203

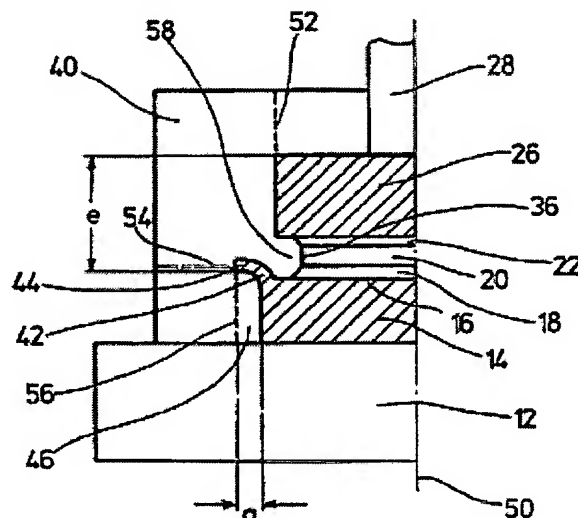
**Also published as:**

 WO9515578 (A1)  
 EP0731984 (A1)  
 US6667545 (B1)  
 EP0731984 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE4341269  
Abstract of corresponding document: **US6667545**

The rectifier diode includes a press-fit base (12) including an axially extending substantially securing region (14) for a semiconductor chip (20); a head wire (24) attached to the semiconductor chip (20); an encapsulation (40) for at least an end portion (26) of the head wire (24) connected to the semiconductor chip (20); a collar (44) extending from a peripheral end portion (42) of the securing region (14), which extends axially beyond a securing face (16) of the securing region (14) and is inclined to an axis (50) of the securing region (14). The securing face (16) is closer to the head wire (24) than is an outer edge region (12') of the press-fit base (12). The collar (44) is in one-piece with the securing region (14) and includes a first portion (60) extending from the peripheral end portion (42) and inclined to the axis (50) at a first positive angle ( $\alpha'$ ) and a second portion (62) extending from the first portion (60) and inclined at a second positive angle ( $\alpha$ ) such that the second positive angle ( $\alpha$ ) is greater than the first positive angle ( $\alpha'$ ). The encapsulation (40) surrounds and encloses the securing region (14) as well as the end portion (26) of the head wire (24) and extends below the securing face (16) so that an undercut region (46) axially below the collar (44) is filled with the encapsulation (40) to provide an improved tension relief between the head wire (24) and the securing region (14).



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 43 41 269 A 1

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
H 01 L 23/04  
H 01 L 23/12  
H 01 L 23/16  
H 01 L 29/861

②① Aktenzeichen: P 43 41 269.6  
②② Anmeldetag: 3. 12. 93  
④③ Offenlegungstag: 22. 6. 95

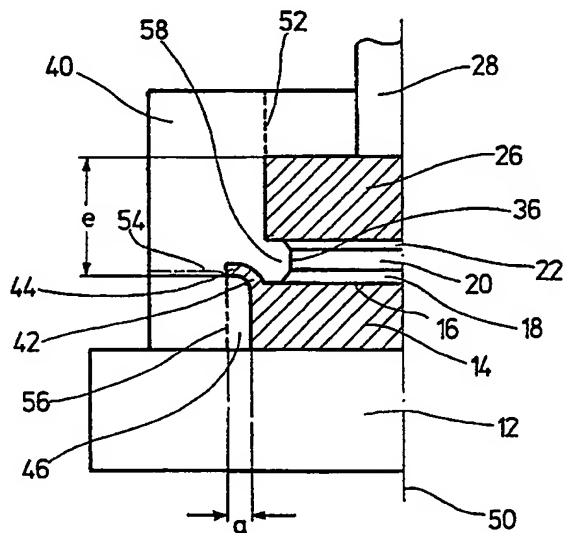
DE 43 41 269 A 1

⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Spitz, Richard, Dipl.-Phys., 72766 Reutlingen, DE

⑤④ Gleichrichterdiode

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Gleichrichterdiode mit einem Einpreßsockel, der einen sich axial erstreckenden Befestigungsbereich für einen Halbleiterchip aufweist, einem auf dem Halbleiterchip befestigten Kopfdraht, einer Einkapselung des Kopfdrahtes sowie Mittel zur Zugentlastung des Kopfdrahtes, die einfach aufgebaut ist, eine hohe Zugentlastung gewährleistet und ein leichtes Aufbringen einer Passivierungsschicht an dem Halbleiterchip ermöglicht. Dazu ist vorgesehen, daß an einem äußeren umlaufenden Abschluß (42) des Befestigungsbereiches (14) ein zu einer Axialen (50) des Befestigungsbereiches (14) abgewinkelt verlaufender, vorzugsweise über eine Befestigungsfläche (16) des Befestigungsbereiches (14) axial hinausragender Kragen (44) angeordnet ist.



DE 43 41 269 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Gleichrichterdiode nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

## Stand der Technik

Es ist bekannt, Gleichrichterdioden für mittlere und höhere Leistungen als Einpreßdioden auszuführen. Die Einpreßdioden weisen dabei einen Einpreßsockel auf, der in eine entsprechende Ausnehmung eines Befestigungselementes eingepreßt wird. Das Befestigungselement übernimmt dabei gleichzeitig eine dauerhafte thermische und elektrische Verbindung der Gleichrichterdiode. Derartige Anordnungen sind beispielsweise aus der Kraftfahrzeugtechnik bekannt, wo sie als Gleichrichter in Kraftfahrzeuggeneratoren eingesetzt werden. Der Einpreßsockel weist dabei einen Befestigungsbereich auf, auf dem ein Halbleiterchip, beispielsweise durch Löten, befestigt ist. Auf dem Halbleiterchip wiederum ist ebenfalls beispielsweise durch Löten ein sogenannter Kopfdraht befestigt, der elektrisch, beispielsweise durch Löten oder Schweißen, fest mit einer Phasenzuleitung des Kraftfahrzeuggenerators verbunden ist.

Beim Betrieb des Kraftfahrzeugs treten Vibrationen auf, die sich über den Kraftfahrzeuggenerator auf die Gleichrichterdiode übertragen und diese einer erheblichen Zugbelastung aussetzen. Damit diese Zugbelastung vermindert werden kann, ist es bekannt, die Gleichrichterdiode einzukapseln und so einen Formschluß zwischen dem Kopfdraht und dem Einpreßsockel herzustellen. Mit diesem Formschluß soll eine Zugentlastung des empfindlichen Halbleiterchips und der Lot-schichten zwischen dem Halbleiterchip und dem Einpreßsockel einerseits und dem Kopfdraht andererseits erreicht werden.

Damit diese Zugentlastung erhöht werden kann, ist bereits vorgeschlagen worden, so beispielsweise in der DE-OS 41 12 286, zusätzliche Mittel vorzusehen, die in die Einkapselung hineinragen. In der DE 41 12 286 ist eine neben dem Halbleiterchip schräg verlaufende Wand beschrieben, die von der Einkapselung umschlossen wird. Die Wand ist dabei in unmittelbarer Nähe des Halbleiterchips angeordnet und weist eine Höhe auf, die den Halbleiterchip überragt. In diese Ausführung kann lediglich über die Höhe der Wand die gewünschte Zugentlastung gesteuert werden. Hierbei ist jedoch nachteilig, daß um so höher die Wand ist, der Halbleiterchip vor Einbringen der Einkapselung abgeschirmt ist, so daß die Chipseitenflächen nach dem Einlöten des Halbleiterchips nur sehr schwer für eine Passivierung zugänglich sind.

## Vorteile der Erfindung

Die Gleichrichterdiode mit den im Hauptanspruch genannten Merkmalen hat demgegenüber den Vorteil, daß in einfacher Weise eine sichere Zugentlastung der Gleichrichterdiode erreicht wird und ein Zugang eines Passivierungsmittels zu den Seitenflächen des Halbleiterchips nicht erschwert wird. Dadurch, daß an einem äußeren umlaufenden Abschluß des Befestigungsbereiches ein zu einer Axialen des Befestigungsbereiches abgewinkelt verlaufender, vorzugsweise über eine Befestigungsfläche des Befestigungsbereiches axial hinausragender Kragen angeordnet ist, kann durch einfache geometrische Variationen des Kragens auf die die Zugent-

lastung wesentlich beeinflussenden Parameter der Einkapselung Einfluß genommen werden. Insbesondere durch eine vorteilhafte Auswahl der Länge und/oder des Anstellwinkels und/oder der Ausformung des Kragens kann eine für die Zugentlastung entscheidende Länge der Einkapselung in Abhängigkeit anderer bekannter Parameter, beispielsweise des Elastizitätsmoduls der Einkapselung eingestellt werden.

In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Kragen aus einzelnen zueinander beabstandet angeordneten Segmenten gebildet ist, so daß sich zwischen jedem Kragensegment immer eine Lücke ergibt. Durch diese Ausgestaltung ist es sehr vorteilhaft möglich, neben der bereits erwähnten wesentlichen Erhöhung der Zugentlastung für ein ungehindertes Zufließen eines Passivierungsmittels an den Halbleiterchip Sorge zu tragen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

## Zeichnung

Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch einen teilweise aufgeschnittenen Querschnitt einer Gleichrichterdiode;

Fig. 2 ein Detail aus Fig. 1 in einer schematischen Vergrößerung;

Fig. 3 eine erste Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 4 eine zweite Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 5 eine dritte Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 6 schematisch eine mögliche Herstellung eines Teils der erfindungsgemäßen Gleichrichterdiode und Fig. 7 schematisch einen teilweise aufgeschnittenen Querschnitt einer Gleichrichterdiode in einer weiteren Ausführung.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt eine allgemein mit 10 bezeichnete in einem teilweise aufgeschnittenen Querschnitt dargestellte Gleichrichterdiode. Die Gleichrichterdiode 10 besitzt einen Einpreßsockel 12, der in einen sich axial erstreckenden Befestigungsbereich 14 übergeht. Der Befestigungsbereich 14 ist dabei durchmesserklarer als der Einpreßsockel 12. Der Befestigungsbereich 14 schließt mit einer Befestigungsfläche 16 ab, auf der über ein Lot 18 ein Halbleiterchip 20 befestigt ist. Auf dem Halbleiterchip 20 ist über ein Lot 22 ein Kopfdraht 24 befestigt, wobei der Kopfdraht 24 aus einem Kopf 26 und aus einem mit diesem verbundenen Drahtende 28 besteht. In einer Umfangsnut 30 des Einpreßsockels 12 ist eine Manschette 32 angeordnet, so daß sich innerhalb der Manschette 32 ein Hohlraum 34 ergibt. Der Hohlraum 34 ist so bemessen, daß sich in diesem der Kopf 26 und ein Teil des Drahtendes 28 des Kopfdrahtes 24 befinden. Ein seitlicher Rand 36 des Halbleiterchips 20 ist mit einer Passivierungsschicht 38 versehen. Der Hohlraum 34 ist mit einer Einkapselung 40, beispielsweise aus einem Gießharz, verfüllt. Der Befestigungsbereich 14 weist weiterhin an einem äußeren umlaufenden Abschluß 42 einen Kragen 44 auf. Der Kragen 44 ragt dabei in die Einkapselung 40 hinein, so daß sich unterhalb des Kragens 44 eine Hinterschneidung 46 ergibt. An seinem Außenumfang kann der Einpreßsockel eine Rändelung 48 aufweisen.

Bei der in der in Fig. 1 gezeigten Gleichrichterdiode 10 ist für die Erfindung wesentlich, wobei auf Details in den weiteren Figuren noch näher eingegangen wird, daß der Kragen 44 in die Einkapselung 40 eingreift, das heißt von dieser umschlossen wird und somit insgesamt ein Formschluß zwischen dem Kopfdraht 24 und dem Einpreßsockel 12 realisiert ist. Durch diesen Formschluß werden insbesondere der Halbleiterchip 20 und die Lote 18 bzw. 22 zugentlastet. In dem Moment, wo an dem Drahtende 28 eine Phasenzuleitung eines hier nicht dargestellten Kraftfahrzeuggenerators angeschlossen ist, werden die zwangsläufig auftretenden Vibrationen des Kraftfahrzeugs über den Kopfdraht 24 auf den Halbleiterchip 20 und die Lote 18 und 22 übertragen. Somit ist dieser Bereich einer erheblichen Zugbelastung ausgesetzt, die zu einem Ablösen des Halbleiterchips 20 führen würden, wenn nicht eine ausreichende Zugentlastung geschaffen ist.

Anhand einer vergrößerten Darstellung dieses Bereiches wird in der Fig. 2 der Aufbau und die Wirkungsweise weiter verdeutlicht. Gleiche Teile wie in Fig. 1 sind mit gleichen Bezugszeichen versehen und hier nicht nochmals erläutert. Es ist deutlich der von dem äußeren Abschluß 42 des Befestigungsbereiches 14 ausgehende Kragen 44 zu erkennen. Der Kragen 44 ist von der Einkapselung 40 umschlossen und verankert somit die Einkapselung 40 über dem Kopf 26 und dem Befestigungsbereich 14. Die Einkapselung 40 ist somit durch einen Gießharzzylinder gebildet, der sich den von dem Kopf 26 und Befestigungsbereich 14 vorgegebenen Außenkonturen anpaßt und diese formschlüssig umgreift. Für eine Zugentlastung entlang der Axialen 50 ist hier ein mit einer Länge  $l$  gekennzeichneteter Bereich der Einkapselung 40 entscheidend. Bei einer Zugbelastung zwischen dem Kopfdraht 24 und dem Einpreßsockel 12 bzw. dem Befestigungsbereich 14 wird der Bereich mit der Länge  $l$  um eine Länge  $\Delta l$  gedehnt. Die Zugentlastung ist um so wirksamer, je kleiner  $\Delta l$  bei vorgegebener Zugkraft wird. Nach der Hookeschen Formel

$$\Delta l = \frac{\sigma}{E} \cdot l$$

ist  $\Delta l$  proportional der Länge  $l$  und umgekehrt proportional einem durch  $E$  symbolisierten Elastizitätsmodul der Einkapselung 40. Der Wert  $\sigma$  steht hier für eine vorgegebene und damit konstante Spannung.

Durch eine entsprechende Auswahl der Einkapselung 40 und damit des Elastizitätsmoduls  $E$  der Einkapselung 40 und eine möglichst kleine Länge  $l$  können somit hohe Zugentlastungen eingestellt werden. Durch eine Variation des Kragens 14 kann somit direkt auf die Länge  $l$  Einfluß genommen werden. Indem der Kragen 44 über die Befestigungsfläche 16 in axialer Richtung verlängert ist, kann die Länge  $l$  weiter reduziert werden. Auf Einzelheiten hierzu wird in den nachfolgenden Figuren noch eingegangen. Die zwischen dem Kopfdraht 24 und dem Einpreßsockel 12 wirkende Zugbelastung muß durch eine erste Zylinderfläche 52, eine zweite Zylinderfläche 54 und eine Kreisringfläche 56 aufgenommen werden. Die tragende Kreisringfläche 56 kann sehr vorteilhaft einerseits durch Wahl einer Stufenhöhe des Befestigungsbereiches 14 und andererseits durch eine Wahl der Anformung des Kragens 44 eingestellt werden. Ebenso kann die Zylinderfläche 54 durch Auswahl eines Abstandes  $a$ , eines äußeren Abschlusses des Kra-

gens 44 eingestellt werden. Um so größer der Abstand  $a$  gewählt wird, desto geringer wird die Zylinderfläche 54 und um so größer wird der die Hinterschneidung 46 bildende Bereich der Einkapselung 40.

In einen von dem Kragen 44 dem Halbleiterchip 20 und dem Kopf 26 eingeschlossenen Bereich 58 kann vor Einbringen der Einkapselung 40 problemlos eine Ätzlösung eingebracht werden, mit der der Rand 36 des Halbleiterchips 20 nach dem Einlöten gereinigt werden muß, um niedrige Sperrströme zu erzeugen. Ein Einbringen der in Fig. 1 gezeigten Passivierungsschicht 38 ist ebenfalls problemlos möglich.

In den Fig. 3 bis 5 sind verschiedene Ausgestaltungsmöglichkeiten des Kragens 44 verdeutlicht. Gleiche Teile sind wieder mit gleichen Bezugszeichen versehen. In der Fig. 3 wird deutlich, daß der Kragen 44 einstückig mit dem Befestigungsbereich 14 ausgebildet ist. Der Kragen 44 ist hier unter einem Winkel  $\alpha$  zu der Axialen 50 abgewinkelt. Durch Wahl des Winkels  $\alpha$  kann die in Fig. 2 beschriebene Länge  $l$  sowie die Zylinderfläche 54 und die Kreisringfläche 56 eingestellt werden. Es ist also durch eine einfache Auswahl eines Winkels  $\alpha$  ein direkter Einfluß auf die Zugentlastung möglich.

In der Fig. 4 wird deutlich, daß der Kragen 44 einen ersten Abschnitt 60 und einen zweiten Abschnitt 62 aufweisen kann. Die Abschnitte 60 und 62 sind dabei mit einem unterschiedlichen Winkel  $\alpha$  bzw.  $\alpha'$  zu der Axialen 50 angeordnet. Durch Variation verschiedener Winkel  $\alpha$  bei einem Kragen 44 kann das Zugentlastungsverhalten der gesamten Gleichrichterdiode 10 sehr variabel eingestellt werden. Insbesondere wird auch eine bessere Zugänglichkeit des in Figur beschriebenen Bereiches 58 für die Ätzlösung bzw. die Passivierungsschicht erreicht.

Fig. 5 zeigt einen Kragen 44, der als Umbördelung ausgebildet ist. Durch die hier gezeigte einfach herzustellende Umbördelung des Kragens 44 ist ein sehr großer Winkel  $\alpha$ , hier von  $90^\circ$ , realisierbar, so daß zwar einerseits die Länge  $l$  vergrößert wird, jedoch durch eine Einstellung der Zylinderfläche 54 und der Kreisringfläche 56 die Zugentlastung insgesamt positiv beeinflußt werden kann. Anhand der Fig. 6 wird die Herstellung der in den Fig. 3 bis 5 beispielhaft dargestellten Kragen 44 verdeutlicht. Da der Einpreßsockel 12 in der Regel rotationssymmetrisch ausgebildet ist, kann der gesamte Einpreßsockel 12 mit seinem Befestigungsbereich 14 und einer später den Kragen 44 ergebenden umfangsseitigen Verlängerung des Befestigungsbereiches 14 als Drehteil in einfacher Weise hergestellt werden. Durch Einführen eines Formwerkzeuges 64 in einem von dem noch nicht verformten Kragen 44 gebildeten Hohlraum 66 kann der Kragen 44 in gewünschter Weise an dem Befestigungsbereich 14 angeformt werden. Eine Arbeitsfläche 68 des Formwerkzeuges 64 ist dabei so ausgebildet, daß die in den Fig. 3 bis 5 beispielhaft gezeigten Konturen des Kragens 44 entstehen. Insgesamt ist es also möglich, den Einpreßsockel 12 ohne eine spanende Bearbeitung des bereits vorgefertigten Drehteils in die endgültige Form zu bringen.

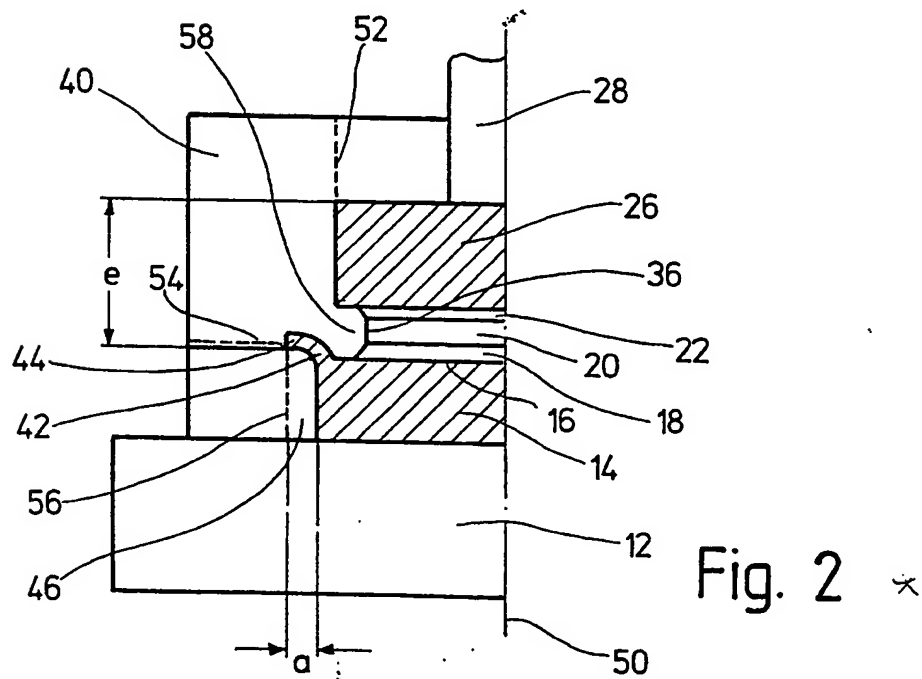
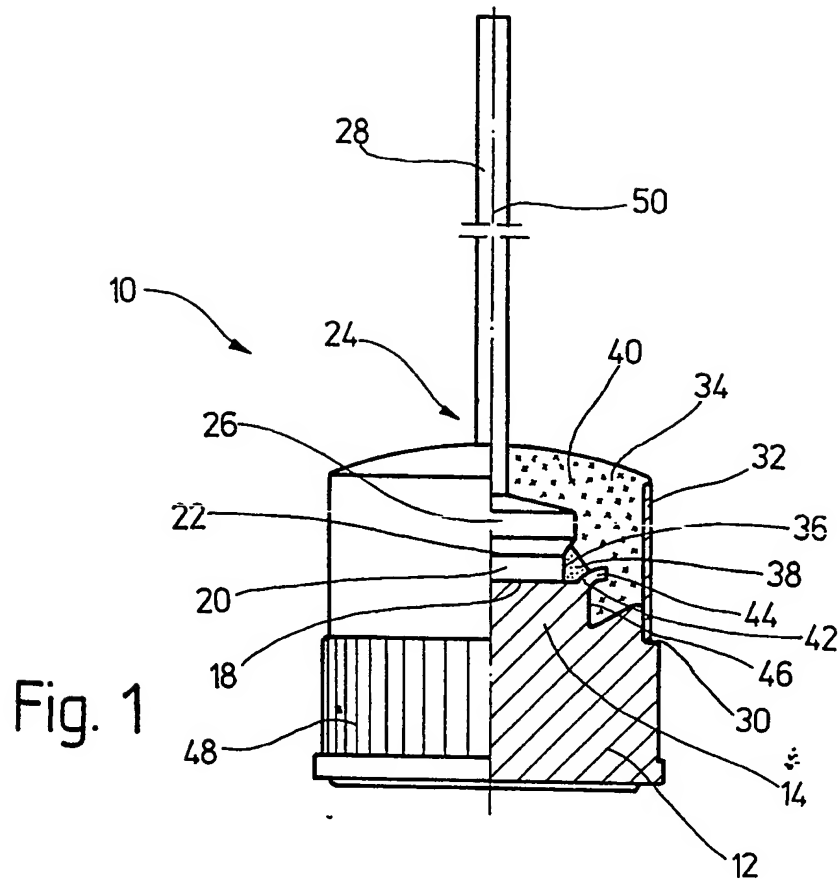
Fig. 7 zeigt in einem teilweise aufgeschnittenen Querschnitt eine weitere Ausführungsvariante des Einpreßsockels 12. Der an dem Befestigungsbereich 14 angeformte Kragen 44 wird hier durch einzelne Kragensegmente 70 gebildet, die auf dem äußeren Abschluß 42 des Befestigungsbereiches 14 beabstandet zueinander angeordnet sind. Der Abstand zwischen den einzelnen Segmenten 70 ist dabei frei wählbar und entsprechend der gewünschten Zugentlastung einstellbar. Durch diese

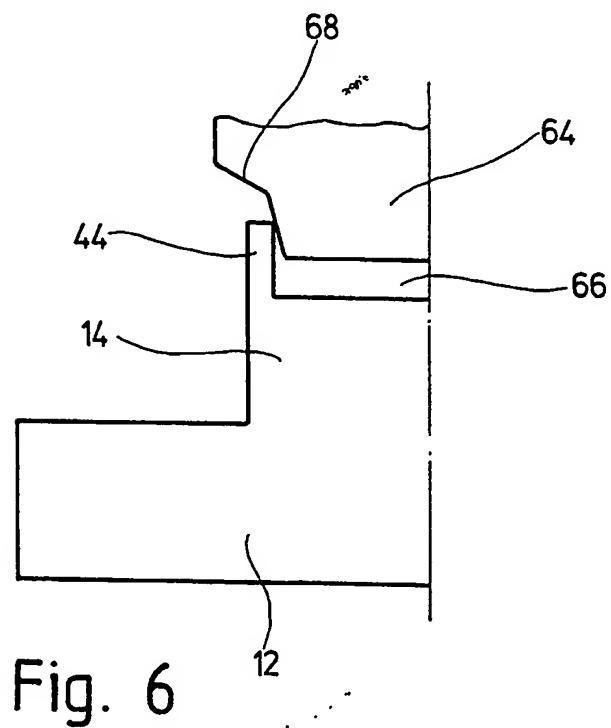
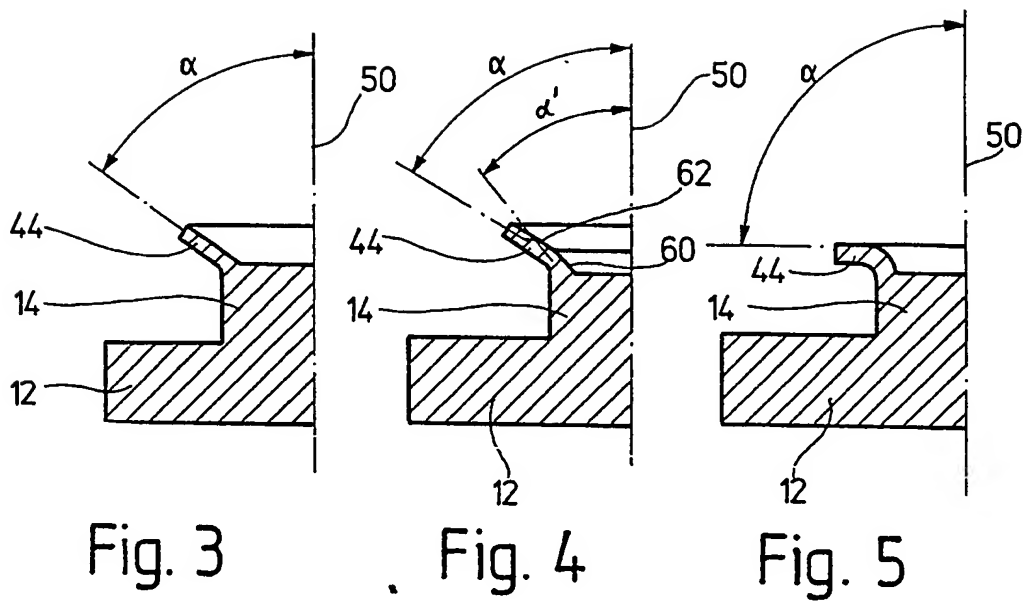
Ausgestaltung wird erreicht, daß einerseits die hier den Kragen 44 bildenden Segmente 70, wie bereits zu den Fig. 1 bis 6 erwähnt, direkten Einfluß auf die Zugentlastung der Gleichrichterdiode 10 nehmen und andererseits durch die Zwischenräume zwischen den Segmenten 70 ein sehr verbessertes Heranführen der Ätzlösung bzw. der Passivierungsschicht an den Rand 36 des Halbleiterchips 20 möglich ist. Die Segmente 70 können die in den Fig. 3 bis 5 beispielhaft gezeigten Konturen ebenfalls aufweisen.

#### Patentansprüche

1. Gleichrichterdiode mit einem Einpreßsockel, der einen sich axial erstreckenden Befestigungsbereich für einen Halbleiterchip aufweist, einem auf dem Halbleiterchip befestigten Kopfdraht, einer Einkapselung des Kopfdrahtes sowie Mittel zur Zugentlastung des Kopfdrahtes, dadurch gekennzeichnet, daß an einem äußeren umlaufenden Abschluß (42) des Befestigungsbereiches (14) ein zu einer Axialen (50) des Befestigungsbereiches (14) abgewinkelt verlaufender, vorzugsweise über eine Befestigungsfläche (16) des Befestigungsbereiches (14) axial hinausragender Kragen (44) angeordnet ist.
2. Gleichrichterdiode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kragen (44) einstückig mit dem Befestigungsbereich (14) ausgebildet ist.
3. Gleichrichterdiode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kragen (44) zu der Axialen (50) in einem Winkel  $\alpha$  von 0 bis 90° angeordnet ist.
4. Gleichrichterdiode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kragen (44) Abschnitte (60; 62) mit einem unterschiedlichen Winkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) aufweist.
5. Gleichrichterdiode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschnitte (60; 62) bogenförmig ineinander übergehen.
6. Gleichrichterdiode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschnitte (60; 62) winklig ineinander übergehen.
7. Gleichrichterdiode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß über eine wählbare Länge des Kragens (44), insbesondere des äußeren Abschnitts (62), eine Zylinderfläche (54) der Einkapselung (40) einstellbar ist.
8. Gleichrichterdiode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß über den Winkel ( $\alpha$ ) eine Kreisringfläche (56) der Einkapselung (40) einstellbar ist.
9. Gleichrichterdiode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einkapselung (40) durch einen Gießharzzyylinder gebildet ist.
10. Gleichrichterdiode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß über den Winkel ( $\alpha$ ) und/oder die Länge des Kragens (44) eine Länge (l) eines Dehnungsbereiches der Einkapselung (40) einstellbar ist.
11. Gleichrichterdiode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kragen (44) aus einzelnen zueinander beabstandet angeordneten Segmenten (70) gebildet ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen





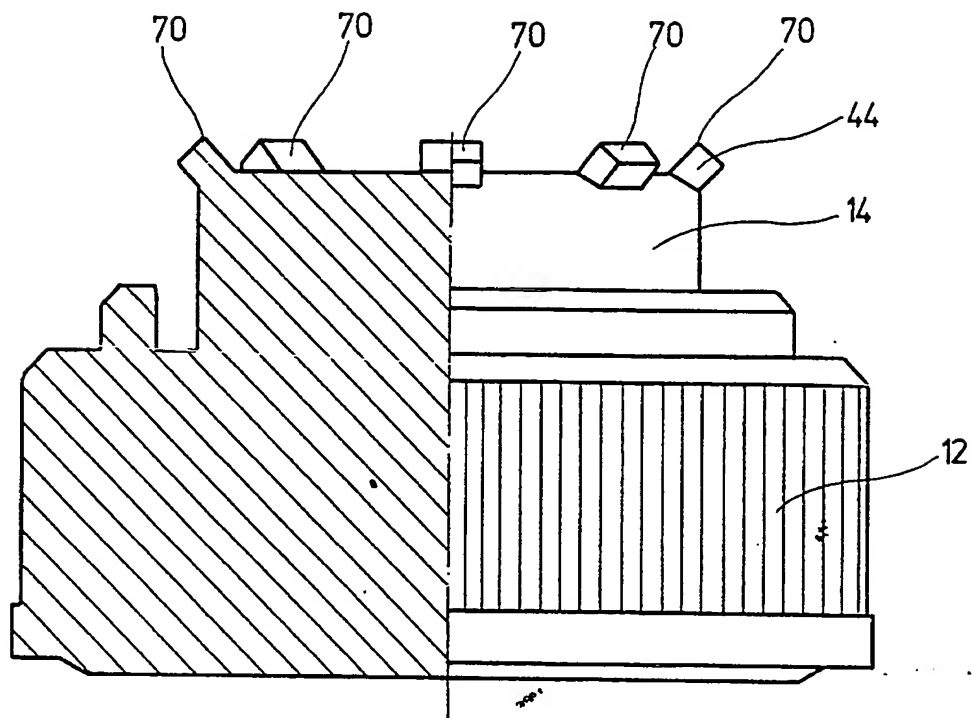


Fig. 7